

**ANALISIS SPASIAL PERUBAHAN MORFOLOGI SUNGAI WORO DI
KECAMATAN KEMALANG KABUPATEN KLATEN**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Fakultas Geografi**

Oleh :

Muhammad Hafizh Izzudin

E100160198

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI
FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

**Analisis Spasial Perubahan Morfologi Sungai Woro Di
Kecamatan Kemalang Kabupaten Klaten**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

Muhammad Hafizh Izzudin
E100160198

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Agus Anggoro Sigit', with a stylized flourish at the end.

Agus Anggoro Sigit, S.Si, M.Sc.

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS SPASIAL PERUBAHAN MORFOLOGI SUNGAI WORO DI
KECAMATAN KEMALANG KABUPATEN KLATEN**

OLEH
MUHAMMAD HAFIZH IZZUDIN
E 100 160 198

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Geografi
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada Hari Rabu 21 Oktober 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji

1. Agus Anggoro Sigit, S.Si, M.Sc.
(Ketua Dewan Penguji) (.....)
2. Jumadi, S.Si. M.Sc. PhD.
(Anggota I Dewan Penguji) (.....)
3. Danardono, S.Si. M.Sc.
(Anggota II Dewan Penguji) (.....)



Dewan Fakultas Geografi

Yuli Priyana, M.Si.
NIK : 573

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 28 September 2020



Muhammad Hafizh Izzudin

ANALISIS SPASIAL PERUBAHAN MORFOLOGI SUNGAI WORO DI KECAMATAN KEMALANG KABUPATEN KLATEN

Abstrak

Morfologi sungai dapat berubah dengan mengikuti karakteristik alami yang merupakan faktor penting dalam proses pembentukan sungai. Erupsi Gunung Merapi menjadi salah satu faktor utama dalam proses pembentukan sungai dengan adanya proses Vulkanik dan Fluvial. Sungai Woro yang berada di lereng gunung berapi Kecamatan Kemalang Kabupaten Klaten merupakan salah satu sungai yang terdampak oleh adanya erupsi merapi. Penelitian ini menggunakan model spasial yaitu dengan *overlay* hasil *digitasi* sungai dari Cira GeoEye tahun 2008 dan 2020. Tujuan dalam penelitian ini adalah (1) Mengetahui dinamika morfologi Sungai Woro dari Tahun 2008-2020. (2) Menganalisis faktor yang menunjang/berperan dalam perubahan morfologi Sungai Woro. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Survey dengan menggunakan sampel pada area yang mengalami perubahan morfologinya. Hasil penelitan ini menunjukkan bahwa (1) Perubahan morfologi Sungai Woro dari tahun 2008-2020 banyak terjadi di bagian hulu dan tengah dengan adanya erosi dan deposisi sedangkan untuk bagian hilir cenderung tidak mengalami perubahan, jumlah luasan total area yang mengalami erosi yaitu sebesar 114.557 m² dan area yang mengalami deposisi sebesar 269.878 m². (2) Perubahan morfologi Sungai Woro disebabkan oleh adanya beberapa faktor yang mendorong untuk terjadinya perubahan yaitu faktor alam dan manusia, faktor alam yang terjadi berupa erupsi gunung berapi, banjir lahar dingin, longsor pada tebing sungai, erosi dan deposisi, sedangkan untuk faktor manusia yang berperan yaitu adanya penambangan pasir yang dilakukan di sepanjang aliran sungai dan pinggiran sungai serta juga adanya penggunaan lahan sebagai sabo dam di beberapa titik lokasi.

Kata Kunci : Morfologi sungai, Penginderaan Jauh, Sistem Informasi Geografis

Abstract

River morphology can change by following natural characteristics which are important factors in the process of river reformation. The eruption of Mount Merapi is one of the main factors in the process of forming rivers due to the volcanic and fluvial processes. The Woro River, which is located on the slopes of the volcano, Kemalang District, Klaten Regency, is one of the rivers affected by Merapi Erruption. This study uses a spatial model, namely by overlaying the results of river digitization from Cira GeoEye in 2008 and 2020. The objectives of this study are (1) to determine change the morphology of the Woro River from 2008-2020. (2) to analyze the factors that support / play a role in changes in the morphology of the Woro River. The method in this research is the survey method by using a sample in areas that have changed their morphology. The results of this

study indicate that (1) Changes in the morphology of the Woro River from 2008-2020 occurred in the upstream and middle parts with erosion and deposition, while for the downstream part there was no tendency to change, the total area of erosion area was 114,557 m² and the area that experienced deposition was 269,878 m². (2) Changes in the morphology of the Woro River are caused by several factors that encourage changes, namely natural and human factors, natural factors that occur in the form of volcanic eruptions, cold lava floods, landslides on river cliffs, erosion and deposition, while for the human factor that plays a role, namely the existence of sand mining which is carried out along the river flow and riverbanks as well as the use of land as a sabo dam in several locations.

Keywords : River Morphology, Remote Sensing, Geographic Information System

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Morfologi sungai merupakan gambaran mengenai ukuran dan bentuk kondisi fisik sungai dengan segala aspek perubahannya dalam dimensi ruang dan waktu. Morfologi sungai dapat berubah dengan mengikuti karakteristik alami yang merupakan faktor penting dalam proses pembentukan sungai. Erupsi Gunung Merapi menjadi salah satu faktor utama dalam proses pembentukan sungai dengan adanya proses Vulkanik. Sungai Woro yang berada di lereng gunung berapi Kecamatan Kemalang Kabupaten Klaten merupakan salah satu sungai yang terdampak oleh adanya erupsi merapi. Banjir lahar dingin yang membawa material berupa pasir dan batuan dapat mengakibatkan terjadinya erosi dan deposisi disepanjang aliran sungai.

Faktor manusia dan faktor alam merupakan faktor yang mempengaruhi kerusakan morfologi sungai. Faktor alam merupakan faktor yang disebabkan oleh alam seperti adanya gunung meletus, longsor pada tebing sungai, banjir lahar dingin, sedangkan faktor manusia merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap ekosistem daerah aliran sungai, seperti aktivitas manusia yang berupa penambangan material pasir yang dilakukan secara terus menerus, penambangan di beberapa tempat ini yang tidak dilakukan secara terencana telah banyak menimbulkan pengaruh yang merugikan berupa longsor lahan pada tebing sungai, sehingga akan dapat membuat kerusakan pada pola aliran sungai. Adanya kedua faktor tersebut maka akan sangat berpengaruh dalam terjadinya proses perubahan morfologi, dengan demikian informasi perubahan morfologi sungai sangat penting untuk kajian tentang bahaya dan risiko banjir lahar dingin. Perubahan morfologi sungai dapat dikaji dengan menggunakan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis sehingga mampu untuk merepresentasikan fenomena secara keruangan dan

untuk analisis perubahan morfologi sungai dapat dilakukan dengan cepat dan akurat dalam skala waktu yang berbeda.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas sehingga dapat dilakukan kajian dengan menggunakan salah satu pendekatan geografi yaitu secara keruangan atau spasial. Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian ini akan membuat model spasial untuk mengetahui perubahan morfologi Sungai Woro dengan demikian peneliti merumuskan penelitian dengan judul : “Analisis Spasial Perubahan Morfologi Sungai Woro di Kecamatan Kemalang Kabupaten Klaten”.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui perubahan morfologi Sungai Woro dari tahun 2008-2020.
2. Menganalisis faktor yang menunjang/berperan dalam perubahan morfologi Sungai Woro.

2. METODE

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan yang dikaji dalam penelitian ini mengenai perubahan morfologi Sungai Woro, peneliti menggunakan metode Survey dengan menggunakan sampel pada wilayah yang mengalami perubahan morfologinya.

2.1 Teknik Pengolahan Data

1. Digitasi atau pemetaan citra satelit dapat didefinisikan sebagai proses konversi/pengubahan data raster (citra satelit) ke dalam format digital (vektor). Dengan demikian akan memudahkan dalam menganalisa area tertentu pada data citra satelit. Objek yang akan didigitasi dalam penelitian ini yaitu pada aliran Sungai Woro dengan mengikuti bentuk aliran sungai utama pada Citra GeoEye Kecamatan Kemalang pada perekaman tahun 2008 dan 2020.
2. Overlay, setelah melakukan digitasi pada Daerah Aliran Sungai Woro pada masing-masing citra, kemudian hasil dari digitasi dilakukan tumpang susun (overlay) antar interval pada masing-masing kondisi. Tumpang susun dilakukan dengan menggunakan menu *analysis tools* pada *arc toolbox*, kemudian pilih *overlay*, hasil *overlay* digitasi Sungai Woro pada Citra GeoEye tahun 2008 dan 2020 akan terbentuk data *polygon features* baru yang mencakup didalamnya Erosi dan Deposisi. *Polygon features* yang baru ini kemudian akan dipisah menjadi 2 bagian dengan membuat *polygon features* baru berupa *Polygon features erosi* dan *Polygon features deposisi*. Kemudian dilakukan perhitungan luas pada setiap perubahan, yaitu dengan mengklik kanan pada *Polygon features* hasil *overlay* yang telah dipisah menjadi 2 bagian, pilih *open attribute table* dan akan muncul jendela *Attributes*. Kemudian membuat kolom luas erosi dan deposisi pada jendela *Attributes* dengan memilih menu *Options*, kemudian

pilih *add field* dengan membuat nama kolom luas dan type yang dipilih *double*. Setelah itu terbentuk kolom baru dengan nama kolom yaitu luas. klik kanan kolom luas dan pilih *calculate geometry*, pilih *property* dan *units* yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan units ‘square meters [sq m]’ atau m².

3. Path Profil Sungai, Pembuatan path profil dilakukan untuk memperoleh gambar penampang melintang sungai dengan pengolahan data hasil dari foto udara yang berupa citra orthomosaic, kemudian citra tersebut diubah kedalam bentuk DEM dengan menggunakan software *Agisoft Metashape Professional*, setelah dihasilkan data DEM kemudian diolah menjadi DTM (*Digital Terrain Model*). DTM merupakan DEM yang telah ditambahkan fitur *breaklines* sehingga dapat memberikan definisi yang lebih baik tentang karakteristik permukaan topografi, seperti sungai, garis punggung, dan lain-lain, pengolahan DEM menjadi DTM tersebut menggunakan software *Geomatica*. Setelah terbentuk DTM kemudian untuk memunculkan gambaran mengenai penampang sungai menggunakan software *Global Mapper V20*, dengan cara *Input data DTM lokasi penelitian*, selanjutnya *atur koordinat system UTM Zona 49S*, selanjutnya *proses layer DEM editing* kemudian tentukan area yang ingin diketahui profil penampang sungainya, tarik garis interval sesuai lokasi kajian penelitian, kemudian *export hasil path profile* (output gambar profil penampang).

2.2 Metode Analisis Data

Berdasarkan tujuan pertama dalam penelitian ini analisis data yang digunakan yaitu analisis spasial dengan Overlay atau menumpang susunkan hasil digitasi daerah aliran Sungai Woro pada Citra GeoEye tahun 2008 dan 2020, sehingga akan diperoleh hasil berupa peta perubahan morfologi Sungai Woro pasca erupsi Gunung Merapi.

Metode analisis data yang digunakan dalam tujuan kedua yaitu deskriptif kualitatif pada penelitian ini berguna untuk menganalisis dan mendeskripsikan perubahan morfologi Sungai Woro dengan cara deskripsi dari hasil peta, selain hasil deskripsi dari peta, pada penelitian ini juga menganalisis dari hasil observasi atau hasil pengamatan mengenai gejala dari fakta di lapangan dengan menganalisis faktor-faktor penyebabnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

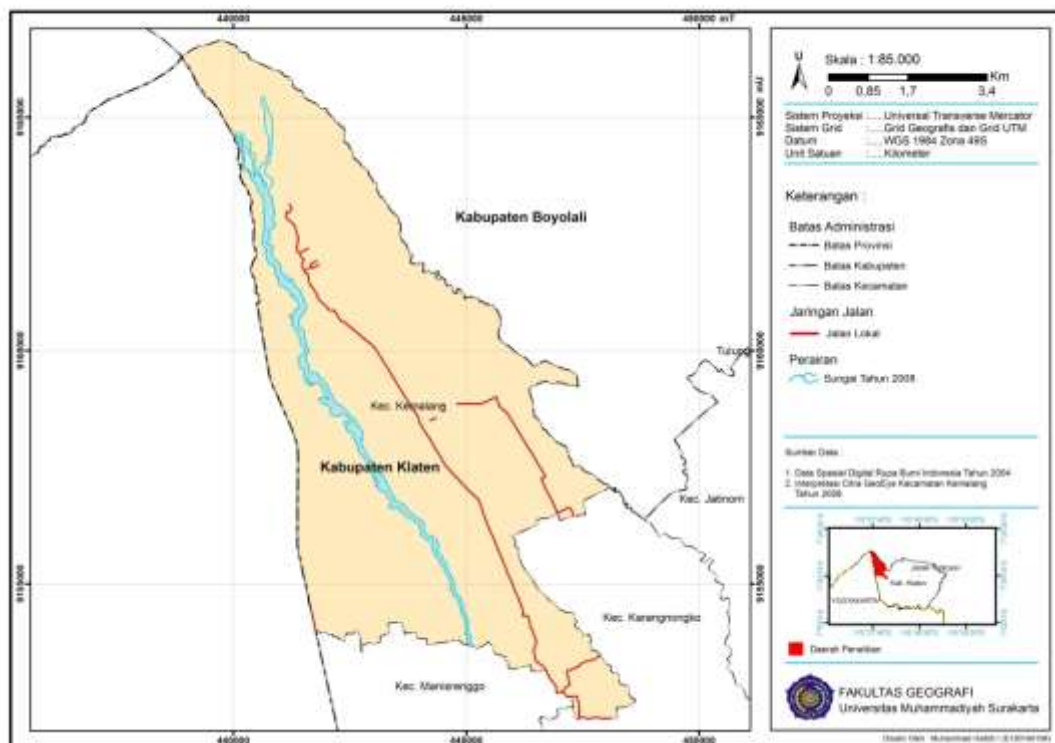
3.1 Perubahan Morfologi Sungai Woro dari Tahun 2008-2020.

Perubahan morfologi Sungai Woro dapat diketahui dengan adanya gambaran mengenai bentuk sungai yaitu dengan adanya pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. Selain dengan mengetahui gambaran

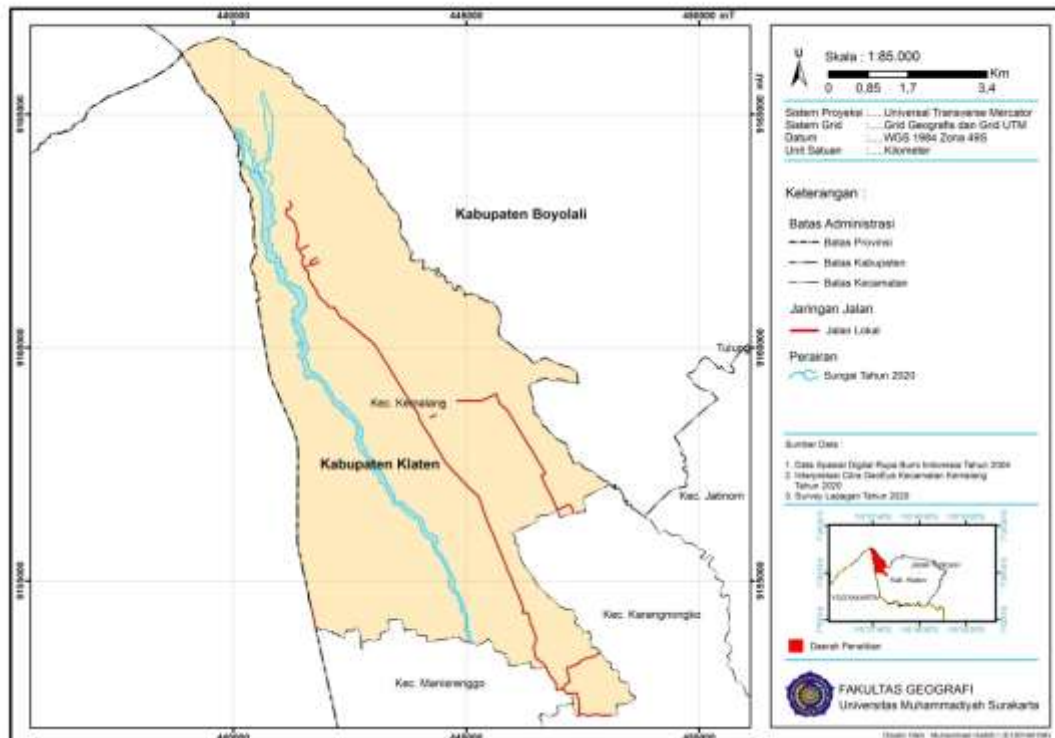
bentuk perubahan, morfologi sungai tak lepas dari adanya gambaran profil penampang melintang sungai. Berikut dapat kita lihat mengenai hasil dari penelitian ini :

1. Peta perubahan Morfografi Sungai Woro

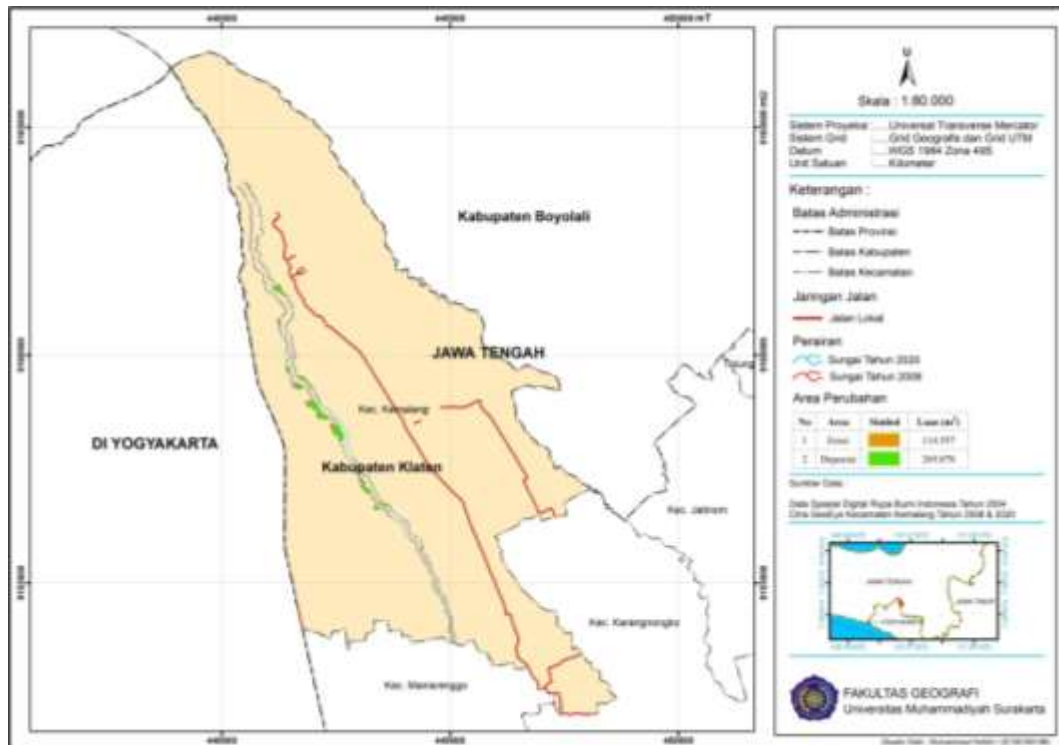
Perubahan morfologi Sungai Woro dapat diketahui dengan adanya peta mengenai perubahan morfologi sungai yang dihasilkan oleh proses *digitasi* dari pemanfaatan Citra GeoEye Kecamatan Kemalang pada perekaman tahun 2008 dan 2020, kemudian dilakukan *Overlay* pada kedua hasil *digitasi* aliran sungai tersebut dengan demikian akan terbentuk gambaran mengenai perubahan morfologi sungai. berdasarkan peta perubahan tersebut menunjukkan bahwa perubahan bentuk sungai banyak terjadi pada bagian tengah dari sepanjang aliran sungai atau berada pada kelas kemiringan lereng yang kedua di Kecamatan Kemalang, sedangkan untuk bagian hilir sungai perubahan yang terjadi hanya sedikit hal tersebut terjadi karena hilir sungai berada pada daerah yang memiliki topografi landai sampai datar, berikut dapat dilihat peta morfologi Sungai Woro tahun 2008 dan 2020 pada Gambar 1. dan Gambar 2. sedangkan peta perubahan Sungai Woro dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 1. Peta Morfologi Sungai Woro tahun 2008
Sumber : Penulis 2020



Gambar 2. Peta Morfologi Sungai Woro Tahun 2020
Sumber : Penulis 2020



Gambar 3. Peta Perbahan Morfologi Sungai Woro
Sumber : Penulis 2020

2. Erosi dan Deposisi

Identifikasi lokasi yang mengalami erosi dan deposisi dilakukan dengan cara menumpang susunkan atau *overlay* dari hasil *digitasi* yang sudah dilakukan dari kedua Citra GeoEye pada tahun 2008 dan 2020, kemudian dari hasil *overlay* tersebut akan terbentuk area baru, jika hasil *digitasi* *polyline* sungai tahun 2020 berada diluar hasil *digitasi* *polyline* sungai tahun 2008 maka area baru tersebut dikategorikan sebagai area erosi, dan sebaliknya maka area tersebut dapat dikategorikan sebagai area yang mengalami deposisi, untuk mengetahui luasan area dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1 Tabel klasifikasi area perubahan.

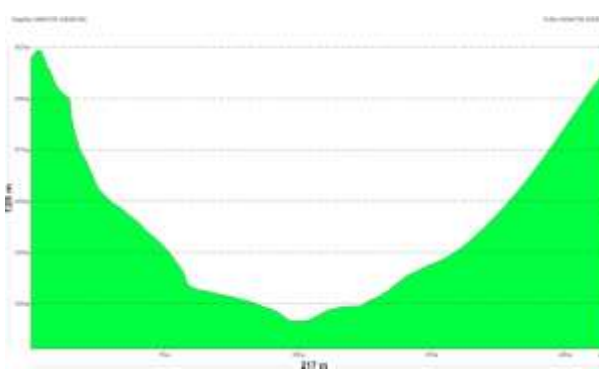
No	Area	Luas (m ²)
1	Erosi	114.557
2	Deposisi	269.878

Sumber : Peneliti, 2020

Berdasarkan hasil analisis Tabel 1 diatas mengenai area yang mengalami erosi dan juga deposisi tersebut dalam kurun waktu 20 tahun (tahun 2008-2020) total area yang mengalami erosi sebesar 114.557 m², sedangkan area yang mengalami deposisi sebesar 269.878 m². Hal tersebut dapat menunjukan bahwa dari tahun 2008 sampai 2020 di beberapa area sungai mengalami penyempitan yang disebabkan oleh adanya penambahan material.

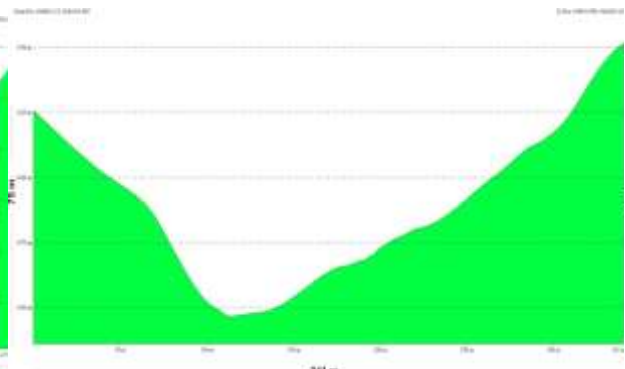
3. Profil penampang Melintang sungai

Gambaran mengenai penampang sungai atau *path profil* dihasilkan dari perekaman foto udara dengan menggunakan drone, selanjutnya data citra tersebut diolah menjadi DEM kemudian diubah menjadi DTM agar dapat terbentuk gambaran 3D mengenai topografi wilayah tanpa adanya penutup vegetasi sehingga akan dapat digunakan untuk membuat gambaran penampang sungai, sampel yang digunakan untuk menggambarkan profil penampang sungai yaitu empat sampel yang terbagi dari empat klasifikasi kelas kemiringan lereng, jadi setiap kelas kemiringan lereng diambil satu sampel, untuk mengetahui lebih jelas mengenai gambaran profil penampang sungai dapat dilihat pada gambar berikut :



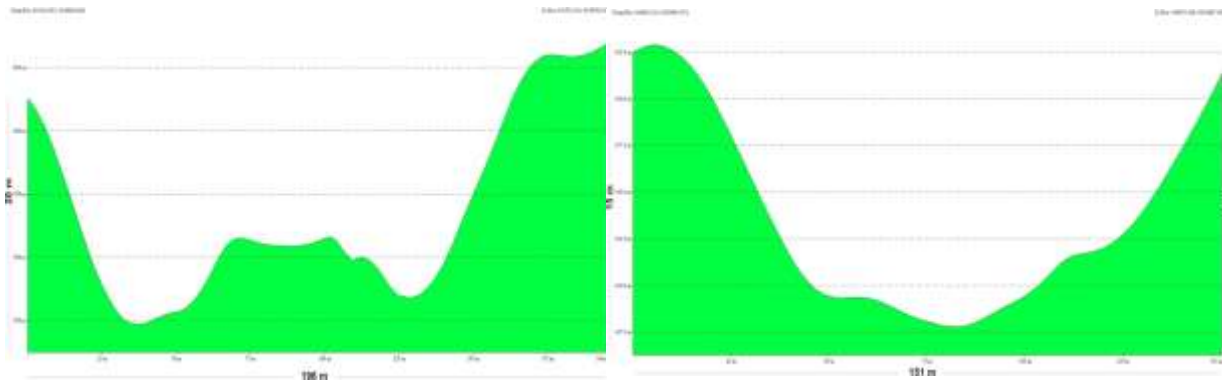
Gambar 4. Lokasi *path profil* 1

Sumber : Peneliti, 2020



Gambar 5. Lokasi *path profil* 2

Sumber : Peneliti, 2020



Gambar 6. Lokasi *path profil* 3
Sumber : Peneliti, 2020

Gambar 7. Lokasi *path profil* 4
Sumber : Peneliti, 2020

Berdasarkan Gambar 4. yang diambil di lokasi pertama menunjukkan bahwa kedalaman sungai yaitu 125m dan lebar sungai yaitu 217m dengan kemiringan lereng pada tebing sungai yaitu 125,1 % yang masuk dalam kategori sangat curam. Gambar 5. yang diambil pada lokasi kedua menunjukkan bahwa kedalaman sungai memiliki ketinggian 75-100m dan lebar sungai 341m dengan kemiringan lereng pada tebing sungai yaitu 58,8% yang masuk dalam klasifikasi sangat curam. Gambar 6. yang diambil di lokasi ketiga memiliki kedalaman sungai 25m dan lebar sungai 196m dengan kemiringan lereng pada tebing sungai yaitu 25,1% yang masuk dalam klasifikasi curam. Gambar 7. yang diambil pada lokasi keempat menunjukkan bahwa kedalaman sungai 15m dan lebar sungai 151m dengan kemiringan lereng pada tebing sungai yaitu 18,9% yang masuk dalam klasifikasi agak curam.

3.2 Faktor (Karakteristik) Medan Sekitar yang menunjang/berperan dalam Perubahan Morfologi Sungai Woro.

Berdasarkan dari peta perubahan morfologi sungai dan fakta di lapangan yang didapat dari hasil observasi di beberapa titik lokasi dan juga wawancara, perubahan morfologi Sungai Woro diketahui bahwa faktor penyebab terjadinya perubahan bentuk sungai adalah faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam merupakan faktor yang disebabkan oleh alam seperti letusan gunung berapi yang menyebabkan terjadinya banjir lahar dingin yang

membawa material berupa pasir dan batuan mengakibatkan erosi pada dasar sungai di bagian hulu dan erosi lateral di bagian tengah sungai yang mengikis tebing sungai di beberapa tempat. Selain dari letusan gunung berapi perubahan bentuk sungai disebabkan oleh adanya longsor pada tebing sungai yang sering terjadi pada musim penghujan karena kondisi struktur penyusun tebing sungai yang berupa pasir dan batuan dengan kondisi lereng tebing yang sangat curam sehingga akan mudah terjadinya longsor pada tebing sungai.

Faktor manusia yang ada juga sangat berperan dalam proses terjadinya perubahan morfologi sungai. Faktor manusia merupakan faktor penyebab yang dibuat oleh adanya aktivitas manusia di aliran sungai tersebut seperti adanya penambangan pasir yang dilakukan di dasar sungai dari sepanjang hulu hingga hilir sungai, penambangan tersebut dilakukan secara manual oleh masyarakat sekitar sungai dan juga dari luar Kecamatan Kemalang, hal tersebut tentunya akan dapat mengubah kedalaman sungai, selain itu penambangan dengan alat berat yang dilakukan oleh perusahaan tambang yang berada di daerah pinggiran sungai sering kali melampaui batas sehingga akan mengakibatkan kerusakan pada area tebing sungai yang dapat menyebabkan pelebaran sungai. Selain dari faktor penambangan adanya penggunaan lahan di beberapa lokasi yang berada disepanjang sungai juga dapat berpengaruh terhadap perubahan bentuk sungai, penggunaan lahan seperti sabo dam yang tersebar sebelas titik disepanjang aliran sungai tentunya juga akan mengakibatkan penambahan kedalaman sungai dan pelebaran sungai disebelas lokasi tersebut. Perubahan morfologi sungai tersebut tak lepas dari adanya alih fungsi lahan pada area sungai yang mengalami kerusakan akibat adanya faktor penambangan tersebut. Menurut keterangan dari salah satu pemilik perusahaan tambang yang ada dipinggiran sungai, lahan yang sudah ditambang sampai merusak tebing sungai akan dilakukan reklamasi lahan yang kemudian akan dijadikan lahan untuk perkebunan tanaman sengon.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan yang sudah dikaji dalam penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Sungai Woro dari tahun 2008-2020 telah mengalami banyak perubahan kedalaman dan juga pelebaran sungai khususnya di bagian hulu dan bagian tengah sungai, erosi pada bagian dasar sungai terjadi pada hulu sungai dan di bagian tengah sungai terjadi erosi lateral. Sedangkan bagian hilir sungai cenderung tidak mengalami perubahan, hal tersebut dapat terjadi karena kondisi topografi di daerah tersebut yang agak landai serta adanya vegetasi yang rapat di daerah hilir sungai sehingga potensi terjadinya longsor pada tebing sungai sangat rendah. Erosi dan deposisi banyak terjadi pada bagian hulu dan tengah sungai hal tersebut dapat dibuktikan dari hasil overlay yang menghasilkan area baru berupa erosi dan deposisi.
2. Perubahan morfologi Sungai Woro yang terjadi dari tahun 2008-2020 disebabkan karena adanya faktor alam dan manusia. Faktor alam terjadi karena adanya gunung meletus, banjir lahar dingin, erosi dan deposisi, dan longsor pada tebing sungai. Sedangkan faktor manusia yaitu adanya penambangan pasir yang dilakukan secara terus menerus hingga melampaui batas, dan pembuatan sabo dam juga dapat berpengaruh terhadap morfologi sungai.

4.2 Saran

1. Bagi Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kabupaten Klaten hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi mengenai kelestarian lingkungan hidup yang ada disepanjang Sungai Woro yang sudah rusak akibat adanya penambangan secara terus menerus.
2. Bagi akademisi yang berminat melanjutkan kajian mengenai morfologi Sungai Woro sebaiknya dapat didukung dengan aplikasi data LIDAR sehingga mampu melihat lebih detail mengenai fenomena perubahan morfologi sungai yang sudah terjadi.
3. Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut mengenai identifikasi daerah rawan banjir dan longsor yang nantinya akan dapat digunakan sebagai

bahan untuk mitigasi bencana bagi masyarakat sekitar maupun para penambang pasir.

4. Bagi akademisi yang berminat melanjutkan kajian mengenai perubahan morfologi Sungai Woro sebaiknya dapat ditambahkan mengenai morfometri sungai atau profil penampang melintang sungai pada tahun sebelumnya sehingga nantinya dapat dijadikan sebagai bahan perbandingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin Citra. (2017). *Citra Satelit GeoEye*
<http://citrasatelit.net/citra-satelit-geoeye/> (3 Maret 2020)
- Anggito, A., & Setiawan, J. (2018). *Metodologi penelitian kualitatif*. CV Jejak (Jejak Publisher).
- Aryanata, R. A. (2016). *Prediksi Tingkat Bahaya Erosi Menggunakan Pemodelan Universal Soil Loss equation (USLE) dan ArcGIS di Wilayah Administratif UPT PSDA Kediri*.
- Kurniawan, R., Sutikno, S., & Sujatmoko, B. (2017). *Analisis Perubahan Morfologi Sungai Rokan Berbasis Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Solikha E D, Marfai A M. (2012) *Perubahan Morfologi Sungai Code Akibat Aliran Lahar Pasca Erupsi Gunung Merapi Tahun 2010*. [29 Februari 2020].
- Supriyono, Yanmesli (2016) *Analisis Spasial Perubahan Bentuk Fisik Sungai Melalui Integrasi Citra Landsat dan GIS di Sub DAS Hilir Sungai Bengkulu*. [28 Februari 2020].